



Е. А. Газеева

ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

Екатеринбург
2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра технологии и оборудования лесопромышленного производства

Е. А. Газеева

ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

Методические указания
для обучающихся по специальности 35.03.02 «Технология
лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»
очной и заочной форм обучения

Екатеринбург
2020

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».
Протокол № 2 от 3 октября 2019 года.

Рецензент – доцент кафедры ТОЛП, канд. с.-х. наук А. Ф. Уразова

Редактор К. В. Смирнова

Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать 02.06.20		Поз. 13
Плоская печать	Формат 60 × 84/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,16	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский сектор РИО УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Введение.....	5
1. Расчет энергоемкости технологических процессов лесосечных работ.....	6
1.1. Расчет первичной энергии.....	6
1.1.1. Расчет химической энергии.....	6
1.1.2. Расчет энергии лесохозяйственных мероприятий.....	7
1.2. Расчет произведенной энергии.....	8
1.3. Расчет скрытой энергии.....	10
1.3.1. Расчет энергии человеческого труда на подготовительных работах.....	10
1.3.2. Расчет энергии человеческого труда на основных работах.....	11
1.3.3. Расчет энергии человеческого труда на вспомогательных работах.....	11
1.3.4. Расчет энергии человеческого труда на заключительных работах.....	12
1.4. Расчет энергии вторичных ресурсов.....	13
1.5. Расчет энергоемкости лесосечных работ.....	13
2. Расчет энергоемкости вывозки лесоматериалов.....	14
3. Расчет энергоемкости нижнескладских работ.....	15
4. Расчет энергоемкости лесопильного цеха.....	16
5. Расчет ТТЧ производственного процесса.....	16
Приложение.....	17
Список литературы.....	18

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие методические указания предназначены для обучающихся специальности 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

До начала изучения дисциплины обучающийся должен прослушать теоретический курс лекций «Основы энергосбережения в ЛК», знать основные понятия и определения. Целью дисциплины является изучение теоретических основ и получение практических навыков расчетов в области повышения эффективности использования энергетических ресурсов в технологических процессах лесопромышленного комплекса.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать цели, задачи, области применения и основные понятия изучаемой дисциплины; интерпретировать результаты расчетов; иметь представление о взаимосвязи дисциплины с другими общепрофессиональными и специальными дисциплинами; понимать роль дисциплины в профессиональной деятельности.

На практических занятиях обучающиеся выполняют отчет индивидуально по своему варианту. Отчет выполняется на 10–15 страницах бумаги размером 210 × 297 мм (формат А4). Титульный лист оформляется с указанием учебного заведения, кафедры, специальности, предмета, наименования работы, года его выполнения, а также фамилии, имени, отчества обучающегося и преподавателя.

Текст отчета может быть напечатан. Со всех сторон от текста на странице оставляют поля. Их размещение: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, правое – 10 мм, нижнее – 25 мм.

Отчет должен быть пронумерован по порядку: отсчет страниц начинается с титульного листа, листа задания (на них номера страниц не ставятся) и продолжается до последней страницы, без пропусков. Номер страницы указывают внизу, посередине арабской цифрой.

Сводный цифровой материал оформляют в таблицы, а материал для иллюстраций – в виде рисунков. Таблицы, рисунки, формулы должны иметь сквозную нумерацию по всему проекту. В правом верхнем углу листа печатают слово «таблица» с порядковым номером (например: табл. 1), а ниже – название таблицы, затем вычерчивается таблица. В тексте необходимо давать ссылки на таблицы, рисунки и литературу. Исходные данные для расчетов берут из приложения.

Законченный отчет сдают преподавателю на проверку с последующей защитой.

Методические указания снабжены списком рекомендованной литературы [1–7].

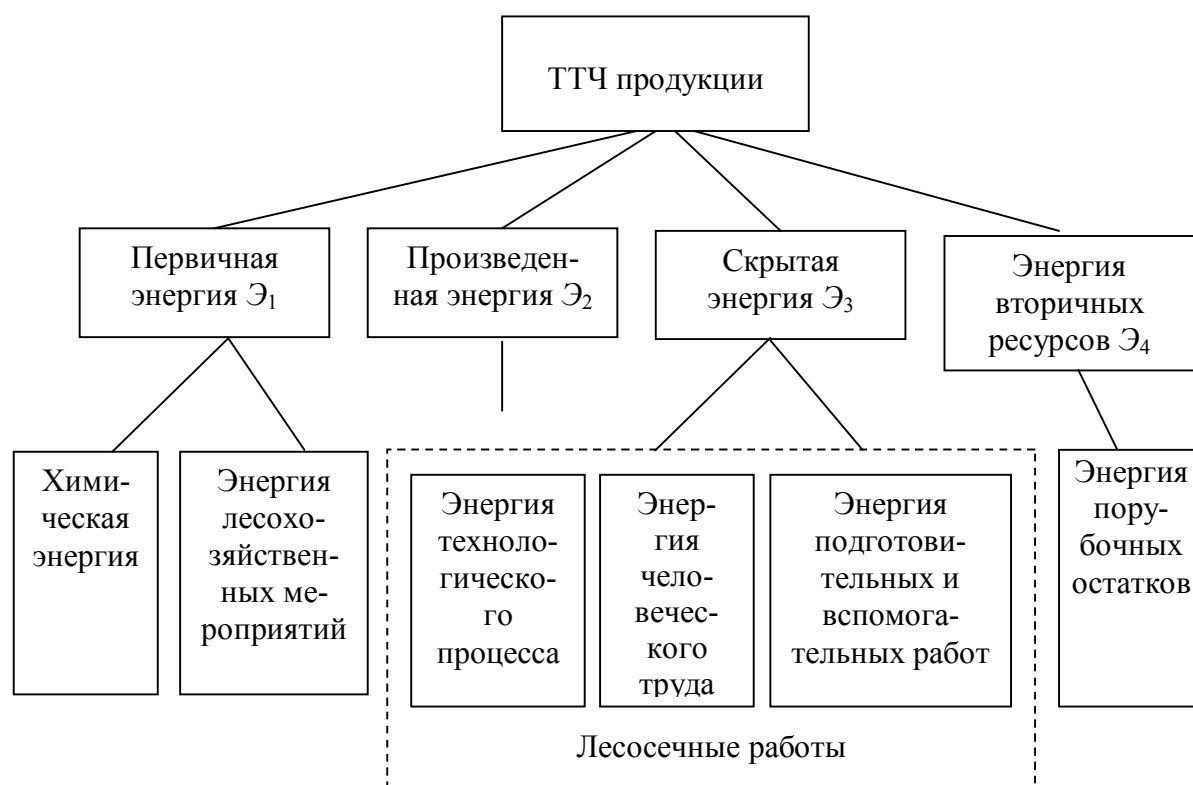
ВВЕДЕНИЕ

Методика суммарного расчета энергоемкости технологического продукта была предложена в 80-х годах XX в. для народного хозяйства и названа методикой расчета технологических топливных чисел. Существенный вклад в разработку метода расчета технологического топливного числа был внесен в работах уральской школы УПИ под руководством В. Г. Лисиенко – для технологических процессов в черной металлургии.

Сквозной энергетический анализ был впервые применен для технологических процессов лесосечных работ.

Основным показателем сквозного энергетического анализа является *технологическое топливное число (ТТЧ)* – затраты всех видов энергии в технологическом процессе, пересчитанные на необходимое для их получения условное топливо за вычетом вторичных энергоресурсов на единицу продукции. ТТЧ отражает объективные энергетические затраты технологического процесса, является показателем энергоемкости продукции лесосечных работ.

Структура ТТЧ-процесса лесосечных работ представлена на рисунке.



Структура ТТЧ-процесса лесосечных работ

Определение и расчет всех составляющих технологического топливного числа осуществляется приведением всех видов энергии к единому показателю – условному топливу. Для этого используются энергетические коэффициенты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Переводные теоретические коэффициенты энергии

Вид энергии	Эквивалент перевода в			
	электро- энергию, кВт · ч	тепловую энергию, ккал	тепловую энергию, ГДж	условное топливо, кг
Электроэнергия, кВт · ч	1	860	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,123
Тепловая энергия, ккал	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	$4,19 \cdot 10^{-6}$	$143 \cdot 10^{-6}$
Тепловая энергия, Дж	$0,278 \cdot 10^3$	$0,239 \cdot 10^6$	1	34
Условное топливо, кг	8,141	7 000	$29,33 \cdot 10^{-3}$	1

Обобщенный энергетический эквивалент человеческого труда в промышленности представляет собой величину, равную 0,043 кг у. т./чел. ч.

1. РАСЧЕТ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

1.1. Расчет первичной энергии

Первичная энергия \mathcal{E}_1 представляет собой химическую энергию древесины на момент ее созревания или на момент проведения рубок главного пользования с учетом суммарных затрат энергии на проведение комплекса работ, связанных с уходом в процессе роста дерева.

1.1.1. Расчет химической энергии

Основные характеристики горючей массы стволовой древесины по породам представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики горючей массы стволовой древесины

Порода деревьев	Элементарный состав древесины				Выход летучих веществ на горю- чую массу, %	Теплота сгора- ния на горючую массу, кДж/кг
	Угле- род	Водо- род	Кисло- род	Азот		
Хвойные	51,0	6,15	42,25	0,6	85	19 079
Лиственные	50,5	6,10	42,80	0,6	85	18 660
Смешанные	51,0	6,10	42,30	0,6	85	18 870

Для расчетов необходимо теплоту сгорания по породе (из задания по своему варианту) перевести из кДж/кг в кДж/м³ (умножить на плотность древесины 800 кг/м³). Далее нужно умножить на объем заготовки из

задания и перевести из кДж в гДж. Результат расчета следует перевести по таблице 1 – из гДж в условное топливо.

1.1.2. Расчет энергии лесохозяйственных мероприятий

К лесохозяйственным работам относятся следующие виды:

- 1) отвод лесосек,
- 2) проведение рубок ухода всех видов,
- 3) разрубка и расчистка квартальных просек,
- 4) установка и ремонт межевых знаков,
- 5) очистка леса от захламленности;
- 6) лесозащитные работы – предупредительные и истребительные меры борьбы с вредными насекомыми и заболеваниями лесных насаждений;
- 7) лесовосстановительные работы:
 - содействие естественному возобновлению,
 - закладка лесосеменных питомников,
 - сбор и переработка семян,
 - выращивание посадочного материала,
 - подготовка почвы,
 - посев и посадка деревьев,
 - агротехнические и лесоводственные уходы;
- 8) мероприятия по охране леса от пожаров – устройство противопожарных барьеров, защитных минерализованных полос, разрывов, заслонов, опушек, канав и уход за ними, а также организация и содержание пожарно-химических станций, пожарных вышек, вышек радио- и телефонной связи;
- 9) работы по защитному лесоразведению: посев и посадка защитных насаждений.

Трудозатраты на лесохозяйственные работы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Трудозатраты на лесохозяйственные мероприятия

Вид работ	Объем работ	Трудоемкость, чел.-дн.
Выращивание посадочного материала:		
обработка почвы при глубине рыхления до 10 см	10 000	103
под посев семян на средней почве, м ²		
рыхление предварительно обработанных	10 000	27
площадок почвы, м ²		
посев семян, м ²	40 000	13
Посадка лесных культур, шт.	27 000	63
Уход за лесными культурами, шт.	27 000	142

Требуется рассчитать трудозатраты на лесохозяйственные мероприятия в соответствии с объемом из задания. Результат расчета нужно перевести по таблице 1 из чел.-дн. в условное топливо.

1.2. Расчет произведенной энергии

Произведенная энергия \mathcal{E}_2 представляет собой энергетические затраты по выполнению технологического процесса лесосечных работ. Она формируется из энергозатрат, связанных с работой энергетических установок систем машин, механизмов, оборудования и инструментов.

Необходимо рассчитать задание бригаде, м^3 :

$$Q_{\text{бр}} = n_{\text{м}} H_{\text{в}} K_{\text{см}} K_{\text{у}}, \quad (1)$$

где $n_{\text{м}}$ – число ведущих механизмов в бригаде, шт.;

$H_{\text{в}}$ – норма выработки на машино-смену, $\text{м}^3/\text{см}$;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности;

$K_{\text{у}}$ – коэффициент перевыполнения норм выработки; $K_{\text{у}} = 1,10\text{--}1,15$.

Число бригад, шт., рассчитывают по формуле:

$$n_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{см}}}{Q_{\text{бр}}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{см}}$ – сменный объем работ для каждой системы машин, м^3 .

Обучающийся определяет общую потребность в рабочих на основных работах предприятия по каждой операции в отдельности с учетом нормы выработки, взятой из Единых норм времени и расценок на лесозаготовительные работы (ЕНВиР) (табл. 4), или рассчитывает производительность каждого механизма по формулам.

Таблица 4

Расчет числа рабочих на предприятии

Выполняемая операция	Задание бригаде, м^3	Норма выработки, $\text{м}^3/\text{смену}$	Марка машины или оборудования	Число рабочих	
				По норме	Принятое
...
...
...

Состав операций зависит от принятого технологического процесса и системы машин. Требуется рассчитать объем дизельного топлива и масел в год с учетом нормы расхода (табл. 5–7), числа механизмов, числа бригад.

Таблица 5

Нормы расхода ГСМ для комплекса John Deere

Наименование горюче-смазочных материалов (ГСМ)	Комплекс	
	Харвестер	Форвардер
Дизельное топливо, л/мото-ч.	15,0	11,0
Моторное масло, л/мото-ч.	0,090	0,090
Гидравлическое масло, л/мото-ч.	0,14	0,14
Трансмиссионное масло, л/мото-ч.	0,065	0,065
Пластинчатая смазка, кг/ мото-ч.	0,20	0,20
Дизельное масло для смазки цепей (М8Г2), л/м ³	0,03	—

Таблица 6

Нормы расхода ГСМ для комплекса Tigercat,
сортиментная технология

Наименование горюче-смазочных материалов (ГСМ)	Комплекс	
	Харвестер	Форвардер
Дизельное топливо, л/мото-ч.	19	11
Моторное масло, л/мото-ч.	0,13	0,13
Гидравлическое масло, л/мото-ч.	0,14	0,14
Трансмиссионное масло, л/мото-ч.	0,03	0,03
Пластинчатая смазка, кг/ мото-ч.	0,02	0,02
Дизельное масло для смазки цепей (М8Г2), л/м ³	0,03	—

Таблица 7

Нормы расхода ГСМ для комплекса Tigercat, хлыстовая технология

Наименование горюче-смазочных материалов (ГСМ)	Наименование механизмов		
	валочно-пакетирующих машин (ВПМ)	скиддеров	процессоров
Дизельное топливо, л/мото-ч.	32,0	25,0	19,0
Моторное масло, л/мото-ч.	0,15	0,13	0,13
Гидравлическое масло, л/мото-ч.	0,14	0,14	0,14
Трансмиссионное масло, л/мото-ч.	0,03	0,03	0,03
Пластинчатая смазка, кг/ мото-ч.	0,02	0,02	0,02
Дизельное масло для смазки цепей (М8Г2), л/м ³	—	—	0,03

Расход ГСМ для бензопилы: бензин – 3 л в смену; моторное масло – 50 % от объема бензина; пластинчатая смазка – 2 % от объема бензина. Плотность дизельного топлива – 0,850 кг/л, бензина – 0,74 кг/л, плотность масел – 0,885 кг/л. Один кг дизельного топлива равен 1,45 кг у. т.

Теплота сгорания (МДж/кг) для ГСМ приводится ниже:

Бензин	43,64
Масло моторное.....	42,0
Пластинчатая смазка.....	41,87
Масло гидравлическое.....	43,11
Масло трансмиссионное.....	42,7
Масло дизельное.....	43,4

Результаты нужно перевести из мДж в гДж и по таблице 1 – из гДж в условное топливо.

1.3. Расчет скрытой энергии

Скрытая энергия \mathcal{E}_3 – это затраты человеческого труда на выполнение основного технологического процесса, подготовительных и вспомогательных работ.

Оценка человеческого труда в энергетических единицах предложена С. А. Подолинским. Обобщенный энергетический эквивалент человеческого труда в промышленности представляет собой величину, равную 0,043 кг у. т./чел. ч.

1.3.1. Расчет энергии человеческого труда на подготовительных работах

К подготовительным работам относятся следующие виды работ:

- 1) отвод лесосек,
- 2) проведение рубок ухода всех видов,
- 3) разрубка и расчистка квартальных просек,
- 4) очистка леса от захламленности,
- 5) лесозащитные работы,
- 6) лесовосстановительные работы,
- 7) мероприятия по охране леса от пожаров,
- 8) работы по защитному лесоразведению,
- 9) уборка опасных деревьев,
- 10) разметка волоков,
- 11) разрубка зоны безопасности и мест стоянки оборудования,
- 12) перебазировки бригад из одной лесосеки на другую,
- 13) разрубка трассы дороги,
- 14) устройство лесопогрузочных пунктов.

После выбора состава подготовительных работ производят расчет трудозатрат T , чел.-дн.:

$$T = \frac{Q}{q} \left(A + \frac{B}{S} + \frac{KC}{100v} \right), \quad (3)$$

где Q – годовая программа, м³;

q – запас леса на 1 га, м³;

A – трудозатраты на подготовку 1 га лесосеки одним рабочим;
 $A = 0,5-1,5$ дня;

B – трудозатраты на подготовку одного погрузочного пункта рабочим,
 $B = 0,1-2,0$ дня;

S – площадь, тяготеющая к одному погрузочному пункту; $S = 5-8$ га;

K – коэффициент, учитывающий вырубку, гари и т. д.; $K = 1,0-1,2$;

C – трудозатраты на строительство 1 км уса одним рабочим:
 $C = 10-15$ дней;

v – ширина полосы леса, осваиваемой с одного уса, $v = 0,25$ км.

Результат расчета нужно перевести по таблице 1 из чел.-дн. в условное топливо.

1.3.2. Расчет энергии человеческого труда на основных работах

Необходимо рассчитать количество рабочих и трудозатраты на лесосечных работах в соответствии с количеством механизмов и машин, составить ведомость, включая мастера леса (табл. 8).

Таблица 8

Ведомость основных рабочих

Профессии	Количество, чел.	Трудозатраты, чел.-дн.
Оператор харвестера
Оператор форвардера
Мастер леса
Итого

Результат расчета нужно перевести по табл. 1 из чел.-дн. в условное топливо.

1.3.3. Расчет энергии человеческого труда на вспомогательных работах

Вспомогательные работы – те работы, которые сопутствуют технологическому процессу лесосечных работ: обустройство мастерского участка, бытовое обслуживание рабочих, техническое обслуживание машин и техники, уход за инструментом, материально-техническое снабжение, уход

за трелевочными волоками, содержание и ремонт лесовозной дороги, охрана механизмов и др. Вышеперечисленные трудозатраты представлены в таблице 9.

Таблица 9

Трудозатраты на вспомогательных работах

Виды работ	Единица измерения	Нормы трудозатрат, чел.-дн.
Содержание и ремонт механизмов и оборудования	Чел.-дн. на машино-смену	Харвестер – 2; форвардер – 1,8; ВПП – 0,64; скиддер – 0,52; процессор – 1,9; бензиномоторная пила (БМП) – 0,45
Перебазирование бригад на новую лесосеку	Чел.-дн. на 1 000 м ³ вывезенного леса	3,5
Доставка ГСМ, запчастей и других материалов	Чел.-дн.	1,0
Точка и правка лесозаготовительного инструмента	Чел.-дн. на 1 000 м ³ вывезенного леса	5,0
Доставка рабочих к месту работы и обратно	Чел.-дн. на смену	1,0
Охрана оборудования	Чел.-дн. в год	845
Содержание тракторных трелевочных волоков	Чел.-дн. в смену	0,5

1.3.4. Расчет энергии человеческого труда на заключительных работах

Очистка мест рубок от лесосечных отходов, образующихся в процессе валки, трелевки, очистки деревьев от сучьев – заключительная операция лесосечных работ (табл. 10).

Таблица 10

Трудозатраты на очистку лесосек

Способ очистки	Нормы вы- работки, чел.-дн./га	Число ле- сосек в году, шт.	Площадь одной ле- сосеки, га	Общая площадь лесосек, га	Годовые трудозатра- ты, чел.-дн.	Число рабочих, чел.
Вручную, со сжи- ганием порубоч- ных остатков	4,00	15	7,5	112,5	450	2
Вручную, с из- мельчением и разбрасыванием	3,33	15	7,5	112,5	375	2

Результат расчета требуется перевести по таблице 1 из чел.-дн. в условное топливо.

1.4. Расчет энергии вторичных ресурсов

Энергия вторичных ресурсов \mathcal{E}_4 представляет собой энергию, которую можно рекуперировать в технологический процесс лесосечных работ за счет использования вторичных энергоресурсов, например, порубочных остатков.

Энергетический запас, которым характеризуются порубочные остатки, может быть направлен на воспроизводство и возмещение потерь питательных веществ в результате лесосечных работ. Средние данные о количестве отходов по классам и видам приведены в таблице 11.

Таблица 11

Количество отходов лесосечных работ

Наименование отходов лесозаготовок	Количество отходов от вывезенной древесины с лесосеки, %
Твердые или кусковые отходы:	
ветки, сучья, вершины	14,00
корни	11,00
пни	3,00
откомлевки	1,75
козырьки	0,75
Мягкие древесные отходы (опилки)	1,00
Кора и луб:	
кора и луб сучьев, ветвей и вершин	3,00
кора средней и комлевой частей дерева	12,00
Древесная зелень (хвоя и листья)	36 кг на 1 пл. м ³ вывезен. древесины
Древесная лапка, тонкие ветви и недревесневшие побеги	20 кг на 1 пл. м ³ вывезен. древесины

Для расчетов необходимо теплоту сгорания по породе (из задания по своему варианту) перевести из кДж/кг в кДж/м³ (нужно умножить на плотность древесины 800 кг/м³). Далее требуется умножить на объем заготовки из задания и перевести из кДж в гДж. Результат расчета нужно перевести по таблице 1 из гДж в условное топливо.

1.5. Расчет энергоемкости лесосечных работ

Технологическое топливное число, кг у. т, рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{л.с} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_4. \quad (4)$$

2. РАСЧЕТ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ВЫВОЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

С лесосеки заготовленные лесоматериалы необходимо вывезти на нижний склад. Для этого нужно определить численность парка автомобилей и прицепного состава. Рабочий парк автомобилей на годовой объем вывозки, шт., леса определяют по формуле:

$$N = \frac{Q_{год}}{AZ_{см} \Pi_{см}}, \quad (5)$$

где $Q_{год}$ – годовой объем заготовки, м³;

A – количество рабочих дней в году, шт.;

$Z_{см}$ – число смен на вывозке за сутки, шт.;

$\Pi_{см}$ – сменная производительность, м³.

Сменную производительность вычисляют по формуле:

$$\Pi_{см} = \frac{(480 - t_{н.з}) M_{пол} \kappa_{вр}}{120 \frac{L_{маг}}{V_{ср.т}} + T_{н.н} + T_p}, \quad (6)$$

где $t_{н.з}$ – время на подготовительно-заключительные работы, мин; $t_{н.з} = 30$;

$M_{пол}$ – полезная нагрузка на сортиментовоз, м³;

$\kappa_{вр}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на личные нужды и отдых в течение смены; $\kappa_{вр} = 0,8$;

$L_{маг}$ – расстояние вывозки леса, км;

$V_{ср.т}$ – средняя скорость сортиментовоза, км/ч;

$T_{н.н}$ – время на погрузочные работы, мин; $T_{н.н} = 30$;

T_p – время простоев при разгрузке автопоезда на нижнем складе козловыми и башенными кранами, мин; $T_p = 15$.

Нормы расхода горюче-смазочных материалов и значения надбавок представлены в таблицах 12 и 13.

Таблица 12

Нормы расхода ГСМ в литрах (смазок – в килограммах)
на 100 л общего расхода топлива автомобилем

Марка	Дизельное топливо, л/100 км	Дизельное топливо, л/маш.-ч.	Моторное масло	Трансмиссионное масло	Гидравлическое масло	Пластичные смазки
«КрАЗ 255»	40,0	5,4	2,9	0,4	0,1	0,3
«Урал 377»	44,0	4,8	1,8	0,35	0,1	0,2
«МАЗ 5434»	23,0	4,6	4,5	0,5	1,0	0,3
«КамАЗ 5320»	25,0	5,5	2,8	0,4	0,15	0,35
«Урал 4320»	31,0	4,8	2,8	0,4	0,15	0,35

Таблица 13

Значения зимних надбавок к нормам расхода топлива
в регионах России по дорожно-климатическим зонам

Регион России	Количество месяцев и срок действия надбавок в зимний период эксплуатации	Предельная величина надбавок в зимний период эксплуатации, %
Пермский край	5,5	10
Курганская обл.	5,5	10
Свердловская обл.	5,5	10
Тюменская обл.	5,5	12
Челябинская обл.	5,5	10
ХМАО	6,5	18

Рассчитать расход ГСМ по всем их видам, л, можно по формуле:

$$P = H_p N_m K_{cm} R_{выв}, \quad (7)$$

где H_p – норма расхода ГСМ, л;
 N_m – число машин, шт.;
 K_{cm} – количество смен, шт.;
 $R_{выв}$ – расстояние вывозки, км.

Требуется провести расчеты по условному сжиганию топлива (см. п 1.2). Результаты нужно перевести из мДж в гДж и по таблице 1 – из гДж в условное топливо.

3. РАСЧЕТ ЭНЕРГОЕМКОСТИ НИЖНЕСКЛАДСКИХ РАБОТ

Нижний склад – это производственное подразделение лесозаготовительного предприятия, которое осуществляет выгрузку, сортировку и штабелевку сырья, отгрузку готовой продукции потребителю.

Нижнескладские операции и мощность оборудования представлены в таблице 14.

Таблица 14

Нижнескладские операции и мощность оборудования

Операция	Марка	Мощность, кВт
Выгрузка	«ККС-10»	42
	«КБ-572»	94
Сортировка	«Б-22у»	18,5
Штабелевка, подача в цех	«ККС-10»	42
	«КБ-572»	94
Отгрузка	«ККС-10»	42
	«КБ-572»	94

Требуется рассчитать расход электроэнергии на выполняемые нижескладские операции и результат расчета перевести в условное топливо.

4. РАСЧЕТ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ЛЕСОПИЛЬНОГО ЦЕХА

Лесопильный цех предназначен для производства досок и бруса. Оборудование лесопильного цеха и его мощность представлены в таблице 15.

Таблица 15

Оборудование лесопильного цеха и его мощность

Наименование	Марка	Мощность, кВт
Лесопильная рама	2Р75-1А	128,7
Лесопильная рама	Р63-4Б	52,41
Бревнотаска	Ба-3м	11
Рольганг	ПРДП75-1	4
Поперечный транспортер	ТЦП10	7,5

Требуется рассчитать расход электроэнергии на лесопиление и результат расчета перевести в условное топливо.

5. РАСЧЕТ ТТЧ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Требуется рассчитать энергоемкость \mathcal{E} (кг у. т./м³) продукции всего производственного процесса лесозаготовительного предприятия:

$$\mathcal{E} = (\mathcal{E}_{л.р} + \mathcal{E}_в + \mathcal{E}_{н.с} + \mathcal{E}_{л.ц}) / V, \quad (8)$$

где $\mathcal{E}_{л.р}$ – энергоемкость лесосечных работ, кг у. т.;

$\mathcal{E}_в$ – энергоемкость вывозки леса, кг у. т.;

$\mathcal{E}_{н.с}$ – энергоемкость нижескладских работ, кг у. т.;

$\mathcal{E}_{л.ц}$ – энергоемкость лесоперерабатывающего цеха, кг у. т.;

V – годовой объем заготовки, м³.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Исходные данные для расчетов

№ вар.	Насаж- дение	Годовой объем заготовки, тыс. м ³	Комплект машин	Объем хлыста (сортимента)	Запас на 1 га, м ³	Расстоя- ние вывозки, км	Марка маши- ны на вывозке
1	Хвой- ное	120	Харвестер + форвардер	0,3	160	20	«КрАЗ 255»
2	Лист- венное	140	Харвестер + форвардер	0,4	180	25	«Урал 377»
3	Сме- шанное	185	Бензиномоторная пила + + скиддер + процессор	0,5	280	23	«МАЗ 5434»
4	Лист- венное	150	Валочно-пакетирующие машины + скиддер + процессор	0,4	240	45	«КамАЗ 5320»
5	Хвой- ное	110	Бензиномоторная пила + форвардер	0,15	160	35	«Урал 4320»
6	Лист- венное	180	Бензиномоторная пила + + скиддер + процессор	0,32	200	45	«КрАЗ 255»
7	Сме- шанное	65	Бензиномоторная пила + форвардер	0,28	280	40	«Урал 377»
8	Хвой- ное	90	Бензиномоторная пила + + скиддер + процессор	0,24	180	55	«МАЗ 5434»
9	Сме- шанное	100	Валочно-пакетирующие машины + скиддер + процессор	0,28	160	50	«КамАЗ 5320»
10	Лист- венное	70	Харвестер + форвардер	0,32	240	40	«Урал 4320»
11	Лист- венное	50	Бензиномоторная пила + + скиддер + процессор	0,26	220	70	«КрАЗ 255»
12	Сме- шанное	40	Харвестер + форвардер	0,36	180	65	«МАЗ 5434»
13	Хвой- ное	185	Валочно-пакетирующие машины + скиддер + процессор	0,36	200	60	«Урал 377»
14	Лист- венное	50	Харвестер + форвардер	0,24	280	75	«Урал 377»
15	Хвой- ное	70	Бензиномоторная пила + + скиддер + процессор	0,44	240	80	«КамАЗ 5320»
16	Сме- шанное	85	Бензиномоторная пила + + скиддер + процессор	0,42	230	45	«Урал 377»
17	Лист- венное	65	Валочно-пакетирующие машины + скиддер + процессор	0,1	180	60	«МАЗ 5434»
18	Хвой- ное	90	Харвестер + форвардер	0,12	210	50	«Урал 4320»
19	Лист- венное	50	Валочно-пакетирующие машины + скиддер + процессор	0,39	220	65	«КрАЗ 255»
20	Сме- шанное	120	Харвестер + форвардер	0,15	190	70	«КамАЗ 5320»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никишов, В. Д. Комплексное использование древесины : учебник для вузов / В. Д. Никишов. – Москва : Лесн. пром-сть, 1985. – 264 с.
2. Никишов, В. Д. Комплексное использование древесины : учебник для вузов / В. Д. Никишов, А. А. Шадрин, В. А. Макуев. – Москва : МГУЛ, 1986. – 189 с.
3. Сажин, В. С. Комплексное использование древесины : учебное пособие / В. С. Сажин, А. А. Титунин, А. Н. Новиков. – Кострома : Костром. гос. технолог. ун-т, 1997 – 82 с.
4. Вторичные материальные ресурсы в лесной и деревообрабатывающей промышленности (образование и использование) : справочник. – Москва : Экономика, 1983. – 224 с.
5. Цыгарова, М. В. Комплексное использовании древесины : методические указания / М. В. Цыгарова. – Ухта : УГТУ, 2010. – 47 с.
6. Левин, А. Б. Теплотехнический справочник студента : учеб. пособие / А. Б. Левин, Ю. П. Семенов. – Москва : МГУЛ, 1980. – 228 с.
7. Лесная биоэнергетика : учебное пособие / под ред. Ю. П. Семенова. – Москва : МГУЛ, 2008. – 196 с.